

関西学院大学大学院理工学研究科

2025 年度入学試験

(二次：2025 年 2 月 27 日実施)

専門科目

建築学専攻

エンジニアリング系(構造、構法、設備、環境)

(論文論述)

(13:10-15:10 120 分)

【試験にあたっての注意】

1. 筆記用具以外はカバンに入れ、カバンは床の上に置くこと。
2. 携帯電話、スマートフォン、ウェアラブル端末、音楽プレーヤー等の音の出る機器の電源を切ること。なお、アラームを設定している人は解除してから電源を切り、カバンにしまうこと。
3. 時計のアラームは解除すること。携帯電話を時計として使用することは認めない。
4. 試験の途中退出は認めない。ただし、やむを得ない場合は挙手し監督者に知らせること。
5. 不審な言動は慎むこと。不正行為が発覚した場合、全科目を 0 点とする。
6. 試験用紙は以下の構成となっている。
 - ① 問題冊子 1 冊
 - ② 選択問題調査書、解答用紙
7. 指示があるまで問題冊子および解答用紙を開かないこと。
8. 解答用紙のホチキスは、はずさないこと（提出時もホチキス留めのまま提出すること）。
9. 各問題は、所定の解答用紙に解答すること。
10. 解答にあたっては、問題冊子および解答用紙に書かれた注意に従うこと。
11. 解答用紙には、氏名は記入せず、受験番号のみを記入すること。
12. 原則、解答用紙の裏面使用は不可。やむを得ず解答欄が不足する場合は＜裏面に続く＞と記載することで、裏面への記載を認める。
13. 試験終了後、問題冊子は各自持ち帰ること。

以上

〔建築学専攻（専門科目「エンジニアリング系」）〕

問題１は全８題のうちから３題を、問題２は全４題のうちから２題を選択し、解答用紙に添付された選択問題調査書の所定欄に、選択・解答する問題を○で囲むこと。
選択した問題に対応する所定の解答用紙を使用すること。

【問題 1】 下記の全 8 題のうちから 3 題を選択し解答しなさい。

[問題 1-1]

鉄筋コンクリート構造が現代建築で多く利用されている。その理由・背景を簡潔に説明し、構造材料として鉄筋とコンクリートを組み合わせることの合理性を説明しなさい。

[問題 1-2]

木質材料である集成材・CLT・LVL・合板の違いについて、素材と配向性の特徴が分かるように説明しなさい。

[問題 1-3]

中間層免震(中間階免震)について図なども交え、簡潔に説明し、そのメリット、デメリットについて考察しなさい。また、実際の建物に適用された事例について、1 件以上、簡潔に紹介しなさい。

[問題 1-4]

建築・建設分野で用いられるプレファブリケーションの定義とメリット・デメリットについて述べなさい。

[問題 1-5]

最近、3 次元の形状情報と建物の属性情報を併せ持つ建物情報モデルを構築する BIM (Building Information Modelling) が推進されているが、なかなか進まないのが現状である。その理由と今後の対策について簡潔に述べなさい。

[問題 1-6]

再生可能エネルギーを用いた発電および熱利用の技術を 2 つ選び、それぞれの概要、将来性、課題等を説明しなさい。

[問題 1-7]

集合住宅の設計時に考慮すべき騒音防止計画について、主な騒音源を挙げ、それぞれの概要、および基本的な対策を説明しなさい。

[問題 1-8]

建築環境工学においては、人の温熱感に影響を与える要因として温熱環境 6 要素が一般に用いられる。6 要素の概要と、それらを組み合わせた代表的な温熱指標について説明しなさい。

【問題 2】 下記の全 4 題のうちから 2 題を選択し解答しなさい。

〔問題 2-1〕

1. 図 1-1 の十字型のラーメン架構を考える。A 点、D 点、E 点で壁面に固定支持されている。B 点は自由端で先端に $8P$ の鉛直荷重が下向きに作用している。ただし、図中の○内の数字は剛比を表す。また、架構の自重は考えないものとする。この架構についてたわみ角法を用いて各部材の断面力を求める。以下の問について解答欄に記載しなさい。

(1) 未知数として扱うたわみ角、部材角を記載しなさい。

(2) 各節点の材端モーメントを計算しなさい。計算の過程についても簡潔に記述すること。

(3) 材端モーメントの計算結果から曲げモーメント図(M 図)、せん断力図(Q 図)を解答欄に記載しなさい。分布の形状及び値が分かるように記述すること。

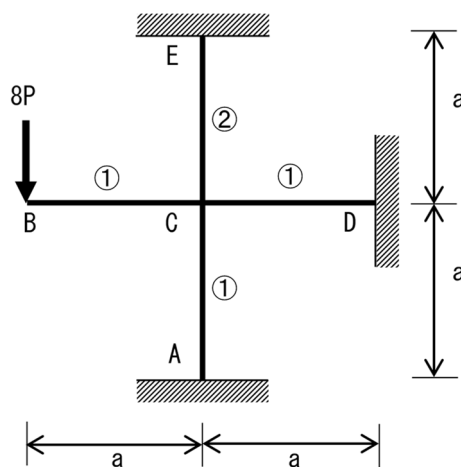


図 1-1 十字型ラーメン架構：剛支持

2. 図 1-1 の十字型ラーメン架構の A、D、E の固定端を、図 1-2 に示すようにピン支持に変更した。このとき、C 点のたわみ角(回転角)は増加することが予想される。ピン支持に変更したことで剛支持とした場合に対し、たわみ角が何倍になるかを計算しなさい。計算の過程についても簡潔に記述すること。

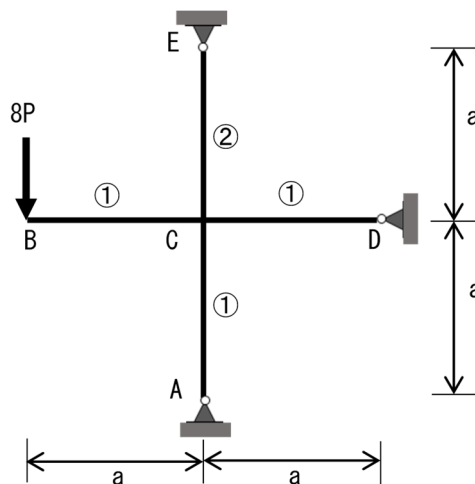


図 1-2 十字型ラーメン架構：ピン支持

〔問題 2-2〕 木造の壁量計算について、次の問に答えよ。

(1) 次の用語について、簡潔に説明せよ。

(1-1) 壁倍率

(1-2) 四分割法

(1-3) 壁率比

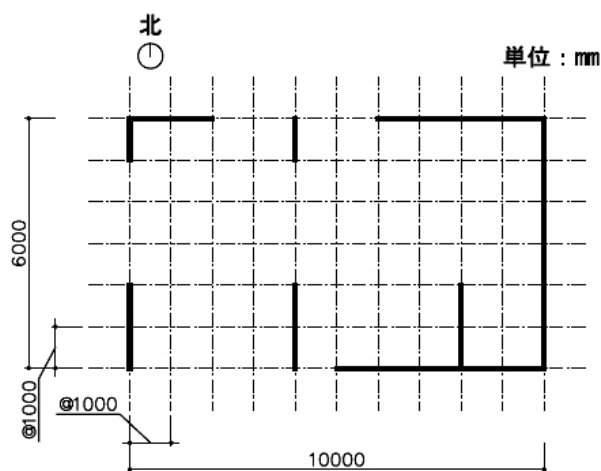
(2) 図 2.1 は木造 2 階建て住宅の図面と壁量計算の条件である。平面図上の太線は壁倍率 2.0 の耐力壁位置を表す。平面形状、壁配置は各階共通とし、屋根は軽い屋根、風圧力については一般区域とするとき、1 階の壁量計算について次の問に答えよ。

(2-1) 地震力に対する必要壁量(cm)を求めよ。

(2-2) 風圧力に対する必要壁量(cm)を X, Y 方向について求めよ。見付面積は 1 階床面から高さ 1.35m の範囲を除いて計算すること。

(2-3) 存在壁量(cm)を求め、必要壁量と比較することで、安全性を評価せよ。

(3) 木造の耐震設計において配慮すべき点について、考えを述べよ。



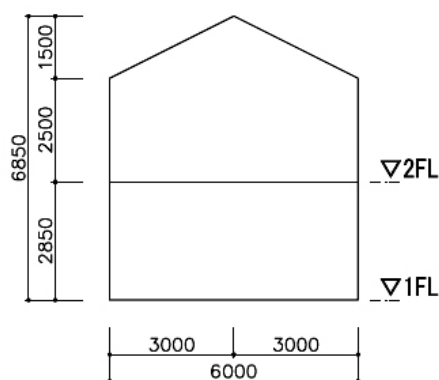
1 階平面図

床面積当たりの必要壁長さ
(地震力用) (単位: cm/m²)

	2 階建て	
	1 階	2 階
重い屋根	33	21
軽い屋根	29	15

見付面積当たりの必要壁長さ
(風圧力用) (単位: cm/m²)

一般区域	50
------	----



西側立面図



南側立面図

図 2.1 設計条件

〔問題 2-3〕

湿り空気線図を用いた空調設計に関する以下の問に答えなさい。全て導出過程も示すこと。

[1] 空気の温度 5 [°C]、比エンタルピー 15 [kJ/kg (DA)] の外気を、空調機で温度 25 [°C]、相対湿度 60 [%] まで加熱、加湿して、風量 200 [m³/h] で室内に給気するものとする。

- ① 1 時間あたりに必要な加水量を求めなさい。
- ② 空調機の仕事率を求めなさい。

[2] 室内空気の温度 25 [°C]、外気温度 5 [°C]、外気の絶対湿度 0.0025 [kg/kg (DA)]、室内の水分発生量 0.3 [kg/h]、換気量 20 [m³/h] で定常状態にある室内で、表面温度が 15 [°C] の窓の表面で結露が生じるかどうかを検討したい。

- ① 換気により室内に供給される 1 時間あたりの水分量を求めなさい。
- ② 室内の絶対湿度を求めなさい。
- ③ 結露発生の有無について答えなさい。

いずれも、空気の密度は 1.2 [kg/m³] とする。

(図は、著作権の関係により、公開しません。)

「湿り空気線図」(出典 空気調和・衛生工学会編 『第13版 空気調和・衛生工学便覧1』、丸善出版、2002)

〔問題 2-4〕

室内の照度検討に関する以下の問に答えなさい。全て導出過程も示すこと。

[1] 下図に示すような鉛直な壁面に窓がある部屋において、高さ 0.7 [m] の水平な机面上の受照点 P における下記の値を求めなさい。ただし、全天空照度は 15000 [lx] とし、窓外に天空を遮るものはないものとする。また、ガラスの透過率 $\tau = 0.95$ 、ガラスの保守率 $M = 0.9$ 、窓面積の有効率 $R = 0.9$ とする。

- ① 窓の立体角投射率
- ② 直接昼光率
- ③ 直接照度

出題意図

建築一般構造Ⅰ・Ⅱ、建築構造力学Ⅰ・Ⅱ、建築材料学、建築環境工学、建築設備、建築施工、建築構造デザイン、各種構造設計から、応用力を問う問題を出題した。

専門科目「エンジニアリング系」_ 解答および解答例

【問題 1】

[問題 1-1]

鉄筋コンクリートは比較的安価で材料が入手し易く、様々な形状に対応できることから現代建築で広く用いられている。

コンクリート単体は圧縮には強いが引張りには弱く、すぐにひび割れが生じる。そのため、鉄筋と組み合わせ、引張りを鉄筋で負担することで構造的に安定した部材とすることができる。鉄筋にとっても、コンクリート中に配置することで、座屈を抑え、さびの発生を抑制することができ、火災時の高温からも守られることから、その性能を有効に発揮することが可能となる。またコンクリートと鋼材は線膨張係数の値が近く温度変化による挙動に差が小さいことも複合材料として大きなメリットである。

[問題 1-2]

論述について必要なキーワードを示す

ラミナ、単板、繊維方向に平行、繊維方向に直交、積層接着、面材、線材

[問題 1-3]

免震についての基本的な知識を理解したうえで、建物上部の途中階に免震を配置する場合について適切に説明できているかを確認する。

地下に設置する場合に比べ工事が簡易になることから、既存建物の耐震改修に適用される場合が多いが、免震階で変形が大きくなるため、エレベーターや配管などの設計に特別な配慮が必要となる。

新築建物でも中間層免震を適用する場合が見られるようになっており、代表的な事例として「中之島フェスティバルタワー」がある。

[問題 1-4] 論述について必要なキーワードを示す

工場製作、プレカット、プレキャストコンクリート、工業化住宅、安定的な作業環境、現場の省力化、工期短縮、品質管理、接合部の性能確保、大きな部材の運送、デザインの制約

[問題 1-5] 論述について必要なキーワードを示す

導入・メンテナンス費用、業務負担、各主体の BIM に対する認識、人材不足、各プロセスの連続性、標準の整備、人材育成、各主体の連携

[問題 1-6]

1. 水力発電

将来性 日本は豊富な水資源を持ち安定した発電が可能

課題 高コストと長工期、生態系への影響、気候変動による降水量の変化

2. 地熱発電

将来性 日本は火山国で世界有数の地熱資源を持つ、天候の影響を受けない

課題 適した地熱資源がある地域が限定、温泉資源との競合、多額の初期投資と長期間の開発

3. 太陽光発電

将来性 技術の進歩により、発電効率の向上やコスト低減、蓄電池との併用で安定した電力供給

課題 天候や時間帯に依存、電力網との連携や蓄電技術の開発が必要、都市部でスペース確保

4. 風力発電

将来性 無尽蔵で CO₂を排出しない、洋上風力発電は、風が強く安定

課題 地上は発電量が不安定、広い土地や海域が必要、景観や生態系への影響

5. バイオマス発電・熱利用

将来性 ゴミの削減と再利用が可能、カーボンニュートラル、エネルギーの地産地消の可能性

課題 原料の安定供給、森林管理や物流システムの整備、経済性の向上

6. 海洋エネルギー発電（波力発電、潮力発電、海流発電、海洋温度差発電）

将来性 世界有数の海洋エネルギー資源、波力や海流は安定、海洋温度差発電は低環境負荷

課題 実用化にはコスト削減と耐久性向上、海洋の厳しい環境、送電インフラ

（詳細は省略）

[問題 1-7]

1. 屋外からの騒音（交通・工場・商業施設）

対策 建物の配置計画、防音窓、外壁・屋根の遮音性向上、バルコニーや植栽を利用した遮音

2. 隣戸間の生活音（会話・テレビ・音楽など）

対策 高遮音性の壁、戸境壁の隙間対策、家具の配置の工夫

3. 上下階の生活音（足音・物の落下音）

対策 床の遮音性能向上、二重天井、カーペット敷設

4. 住宅設備機器による騒音（給排水・空調・エレベーターなど）

対策 配管の防音材、EV 機械室やポンプ室の配置計画、防振ゴム・遮音壁の設置

5. 共用部からの騒音（廊下・玄関・駐車場など）

対策 カーペット敷設、玄関ドアの遮音性能向上、駐車場配置の工夫
（詳細は省略）

[問題 1-8]

概要

1. 気温（人体に直接的な影響、適切な範囲は 冬季：18～22℃、夏季：25～28℃）
2. 平均放射温度（壁・天井・床等の表面から放射される熱、輻射暖房や冷輻射パネルで重要）
3. 気流（適度な気流は汗の蒸発、過剰な気流は不快感や寒さ）
4. 相対湿度（40～60%が快適、高湿度では蒸し暑く、低湿度では乾燥による不快感）
5. 代謝量（人体が生産する熱量、1MET は安静時の代謝量、運動量により変化）
6. 着衣量（衣服の断熱性能を示す、1CLO はスーツ着用時に相当、薄着では 0.5CLO 程度）

代表的な温熱指標

1. PMV（予測平均温冷感申告）

6 要素を統合し、人間の温冷感を -3～ +3 の 7 段階で表現、-0.5 ～ +0.5 の範囲が快適

2. PPD（予測不満足者率）

PMV を基に、不快に感じる人の割合を推定する指標、一般に 10%以下が快適な環境

3. SET*（標準有効温度）

6 要素を考慮し、実質的な体感温度を示す指標、特に高温多湿環境での評価に適す
（詳細は省略）

【問題 2】

[問題 2-1]

1.

(1) C 点のたわみ角 (θ_C 、または ϕ_C) ; なお、計算過程と整合が取れていれば、他のたわみ角、部材角が書き加えられていても可

(2) : 計算例

BC 部材から C 節点に反時計回りに $8Pa$ のモーメントが作用することから、これを外力として節点方程式を立てる。なお、CA 部材、CD 部材、CE 部材の部材角は 0、A、D、E 点のたわみ角は 0 である。

なお、ここではたわみ角法の簡略式を適用する。

$$\begin{aligned} M_{CE} &= 2 \times 2 \phi_C = 4 \phi_C, & M_{CA} &= 2 \phi_C, & M_{CD} &= 2 \phi_C \\ M_{EC} &= 2 \times \phi_C = 2 \phi_C, & M_{AC} &= \phi_C, & M_{DC} &= \phi_C \end{aligned}$$

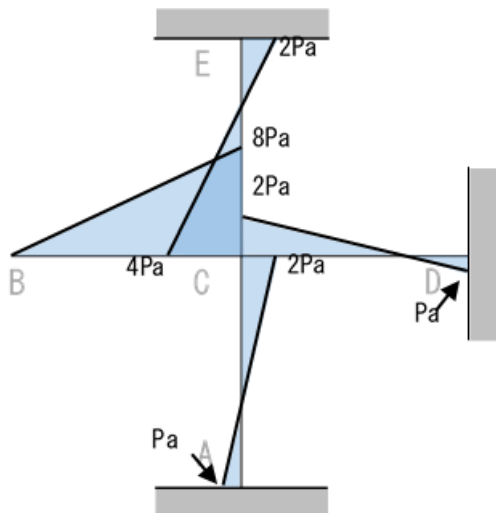
C 点の節点方程式は

$$M_{CE} + M_{CA} + M_{CD} = 8 \phi_C = -8Pa \quad \therefore \phi_C = -Pa$$

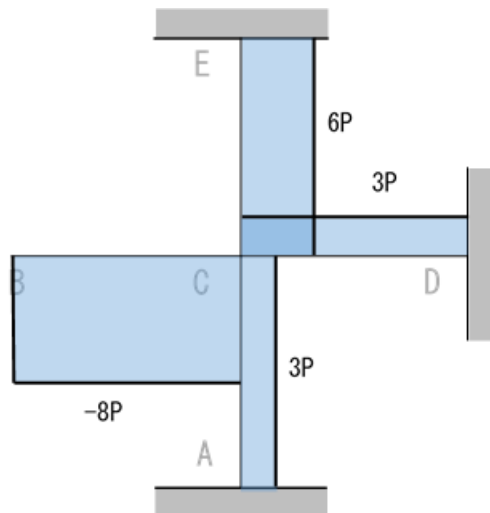
各材端モーメントは

$$\begin{aligned} M_{CE} &= -4Pa, & M_{CA} &= -2Pa, & M_{CD} &= -2Pa \\ M_{EC} &= -2Pa, & M_{AC} &= -Pa, & M_{DC} &= -Pa \end{aligned}$$

(3)



曲げモーメント図



せん断力図

2. : 計算例

A、D、E 点をピンとしたことから材端モーメントが 0 となる。

$$M_{EC} = 2 \times (2\phi_E + \phi_C) = 0, \quad M_{AC} = 2\phi_A + \phi_C = 0, \quad M_{DC} = 2\phi_D + \phi_C = 0$$

これより

$$\phi_E = -\phi_C/2, \quad \phi_A = -\phi_C/2, \quad \phi_D = -\phi_C/2$$

$$M_{CE} = 2 \times (2\phi_C + \phi_E) = 3\phi_C,$$

$$M_{CA} = 2\phi_C + \phi_A = 3\phi_C/2,$$

$$M_{CD} = 2\phi_C + \phi_D = 3\phi_C/2$$

したがって、C 点の節点方程式は

$$M_{CE} + M_{CA} + M_{CD} = 6\phi_C = -8Pa \quad \therefore \phi_C = -4Pa/3$$

先に求めた剛の場合に対する比を計算すると

$$(-4Pa/3)/(-Pa) = 4/3$$

答え： 4/3

[問題 2-2]

論述については必要なキーワードを示す

(1)

(1-1) 耐力壁、短期許容せん断耐力、1.96kN/m、加算 など

(1-2) 釣り合いのよい配置、側端部分、壁量充足率、壁率比 など

(1-3) 四分割法、壁量充足率、比率 など

(2)

(2-1) 必要壁量(地震力) 1740cm

(2-2) 必要壁量(風圧力) X 方向 1425cm Y 方向 2750cm

(2-3) 存在壁量 X 方向 2200cm Y 方向 2800cm X,Y 方向ともに必要壁量を上回るため、壁量計算において安全であると判定する。

(3) 耐力、剛性、釣り合いの良い配置、接合部、水平構面 など

〔問題2－3〕

[1]

① 湿り空気線図より、室内空気の絶対湿度は 0.0115 kg/kg(DA)

室外空気の絶対湿度は 0.0035 kg/kg(DA)

従って、水分増加量は $0.0115 - 0.0035 = 0.008 \text{ kg/kg(DA)}$

空気の流量は $200 \text{ m}^3 \times 1.2 \text{ kg/m}^3 = 240 \text{ kg(DA)/h}$

$\therefore$ 1 時間あたりの加水量は $240 \times 0.008 = 1.92 \text{ kg/h}$

② 湿り空気線図より、吹き出し空気の比エンタルピーは 51 kJ/kg(DA)

乾き空気の質量流量は $200 \times 1.2 = 240 \text{ kg(DA)/h}$

従って 1 秒あたりの質量流量は $240 \div 3600 = 0.067 \text{ kg(DA)/s}$

室内外の空気のエンタルピー差は $51 - 15 = 36 \text{ kJ/kg(DA)}$

$\therefore$ 仕事率 $0.0667 \times 36 = 2.4 \text{ kW}$

[2]

① 換気により供給される水分量は $m = 20 \text{ m}^3/\text{h} \times 1.2 \text{ kg/m}^3 \times 0.0025 \text{ kg/kg(DA)} = 0.06 \text{ kg/h}$

② $0.3 \text{ kg/h} + 0.06 \text{ kg/h} = 20 \text{ m}^3 \times 1.2 \text{ kg/m}^3 \times X_i$

$X_i = 0.36/24 = 0.015 \text{ kg/kg(DA)}$

③ 室内の絶対湿度 0.015 kg/kg(DA) の時の露点温度は $T_d = 17 \text{ }^\circ\text{C}$

窓表面温度は $T_w 15 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_w < T_d$ なので、結露が発生する。

〔問題2-4〕

[1] d=2

① 左上 b=1 h=2.3 b/d=0.5 h/d=1.15 立体角投射率 3.7

② 右上 b=5 h=2.3 b/d=2.5 h/d=1.15 7.5

③ 左下 b=1 h=0.3 b/d=0.5 h/d=0.15 0.15

④ 右下 b=5 h=0.3 b/d=2.5 h/d=0.15 0.3

窓の立体角投射率 $U = \text{①} + \text{②} - \text{③} - \text{④} = 10.75$ [%]

② 直接昼光率 $D_d = \tau MRU$

$= 0.95 \times 0.9 \times 0.9 \times 10.75$

$= 8.27\ldots\% = 8.3\%$

③ 直接照度 $E_d = 0.0827 \times 15000 = 1240.5\text{lx}$